Разработка математической модели расчета резерва карьерных автосамосвалов для обеспечения коэффициента использования парка машин и выполнения плановых работ

Оракбаева А.К.,
Кукенов К.К.,
Кайырбек Ә.С.
магистранты «Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова», г.Караганда, Казахстан

Разработка математической модели расчета резерва карьерных автосамосвалов для обеспечения коэффициента использования парка машин и выполнения плановых работ

Оракбаева А.К., Кукенов К.К., Кайырбек Ә.С.

магистранты «Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова», г.Караганда, Казахстан

Аннотация. Предложено новое решение обеспечения работоспособности карьерных автосамосвалов, которое позволяет повысить доходную часть предприятия за счет создания резерва автосамосвалов на случай отказа действующих машин и новый метод определения оптимальной очередности выполнения ремонтных воздействий для карьерных автосамосвалов за счет наложения пересечения множества внезапных отказов и множества времени их устранения.

Ключевые слова: карьерный автосамосвал, техническое обслуживание, резерв, непроизводительные простои, дисконтированный доход, ремонт, очередность

В качестве примера рассмотрим предприятия, выполняющие автотранспортные услуги и осуществляющие техническое обслуживание и ремонт карьерной техники собственными силами.

Однако, возможный нововедение позволяющие улучшить работу предприятия.

В качестве критерия оптимальности примем дисконтированный доход D предприятия на основе выдаваемым продукциям.

Рассмотрим вариант повышения дохода за счет создания резерва автосамосвалов на случае отказа действующих машин. При этом работа автотранспорта и получение дохода останутся на прежнем уровне, а затраты могут быть увиличены за счет содержанием баланса резервных автомобилей.

Опредилим оптимальное количество единиц резерва и затраты на его содержание. Предположим что число резерва определяется величиной i , капиталовложения K, время эксплуатация машин (моторесурс) $t_м$, время нахождение в резерве $t_р$, стоимость работ машин $C_р$, дисконтированный часовой доход $D_ч$.

Тогда для достижения максимального дохода необходимо чтобы затраты на ремонт и содержание машин были меньше приносимого дохода им:

$i(EK+C_р t_р) - D_ч t < 0$ (1)

где E- нормативный коэффициент эффективности капиталовложений определяемый каждой предприятии, документе «Учетная политика».

Проведя преобразование получим:

$$i < \frac{D_ч t_p}{EK + C_P t_p} \quad (2)$$

Число i определяет количество резерва, при котором его содержание становится выгодным.

Исходя из зависимости следует, что чем меньше капиталовложения, тем больше мы можем содержать единицы резерва. В связи с этим рекомендуется содержать в резерве машины находящиеся на пределе своего моторесурса.

Эти машины не могут эксплуатироваться значительные время, но в состояние заменить выбывшие машины на короткое время.

Для удобства расчетов перейдем от учета нормативных коэффициентов к расчету времени моторесурса. Тогда затраты на капиталовложения будет определяться зависимостью:

$$З = \frac{iK}{t_н} t_p, \quad (3)$$

где $t_м$— время экспуатации машин (моторесурс);

t_p — время нахождения в резерве.

С учетом затрат на хранение машин зависимость (3) можно преобразовать:

$$З = \frac{iK}{t_н} t_p + C_ч t_p, \quad (4)$$

где $C_ч$ — часовые затраты на хранение машин в резерве.

Содержание резерва автомобилей выгодно в том случае, если затраты на резерв меньше возможных потерь от простоя автомобиля во время ремонта. То есть:

$$З \leq D_ч t_п, \quad (5)$$

где $D_ч$ — часовой дисконтированный доход от работы техники;

$t_п$ — время простоя в ремонте.

В данном случае часовой дисконтрованный доход $D_ч$ равен ущербу от простоя техники:

$$D_ч = U_ч, \quad (6)$$

В конкретных условиях необходимо учитывать вероятность простоя техники, тогда:

$$З = \nu U_ч t_п, \quad (7)$$

где ν — вероятность от простоя техники, определяемый по методикам предложены в главе 3.

В предыдущий главе определены вероятности простоя автомобилей, составляющий например на АО «Шубарколь Комир»:

С учетом зависимости 3, 4, 5, 6, 7 получим в развернутом в виде:

$$\frac{iK}{t_н} + iC_ч t_p \leq \nu U_ч t_п \quad (8)$$

Проведя преобразование найдем зависимость который определяет количество машин в резерве:

$$i \leq \frac{\nu D_ч t_м t_п}{K + t_P t_м C_ч} \quad (9)$$

В случае если аммортизационные отчисление на технику перечислены полностью, зависимость (9) составляется в виде:

$$i \leq \nu x \frac{U_ч}{C_ч} x \frac{t_п}{t_P} \quad (10)$$

$$i \leq \nu x r_1 x r_2 \quad (11)$$

где $r_1 = \frac{U_ч}{C_ч}$, $r_2 = \frac{t_п}{t_P}$ - соответственно безразмерные коэффициенты.

Безразмерный коэффициент r_1 характеризует отношение часового ущерба к часовым затратам на хранение техники в резерве. А безразмерный коэффициент r_2 отношение времени простоя ко времени хахождения машинв резерве.

Безразмерные коэффициенты r_1, r_2 являются критериями подобия и позволяют переходить от работы в одних конкретных условиях к другим.

Приведем пример. Положим, ущерб от простоя техники БелАЗ 7530 (220 тонны) за 1 час составляет $U_ч = 100000$ тг, часовая стоимость хранение равна $C_ч = 1000$ тг, время простоя в ремонте 25 дней, время хранения 365 дней, вероятность от простоя техники составляет $\nu = 0{,}7$.

$$i \leq \nu \frac{U_ч}{C_ч} \frac{t_п}{t_P} = 0{,}7 x \frac{100000}{1000} x \frac{25}{365} = 4{,}7 « 5$$

Количество машин в резерв должно быть равно $i = 5$ автомобилей.

В расчетах принято что машина-резерва усреднённая по показателям производителя. Общая производительность должна составлять:

$$\Pi_\Sigma = i\,\Pi_{ср} \quad (12)$$

где Π_Σ — суммарная производительность;

$\Pi_{ср}$— средняя производительность.

Для выбора комплекта резерва, общая производительность выбранных машин должна определяться множеством машин которое необходимо отремонтировать обозначенной буквой А-А.

Полученные зависимости позволяет определить производительность и машин в резерве.

Остро стоит задача очередность ремонта техники в случае, если объем работ техники превышает производительность возможных ремонтных подразделений.

Предположем множество машин которое необходимо отремонтировать обозначаем буквой А. Причем каждый ремонт характеризуется временем t.

При этом существует неопределенный ряд

$$A\{t_1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots t_k\} \quad (13)$$

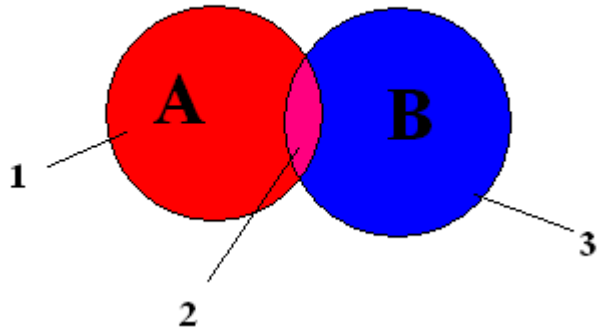
при этом

$$t_1 < t_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots < t_к \quad (14)$$

Возможность ремонтного подразделения описывается множеством возможных ремонтных

воздействий B:

$$B\{k_1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots k_n\} \quad (15)$$



1- множество машин которое необходимо отремонтировать,

2- оптимальный очередность ремонта карьерных автосамосвалов,

3- время устранения отказов.

Рисунок 1 — Пересечение множеств A∩B

Максимальный доход предприятия возможен при наибольшем выходом машин из ремонта.Поэтому впервую очередь необходимо ремонтировать машины с наименьшими показателями t. То есть этот процесс можно описать матрицей:

$$t_1, t_2 \dots\dots\dots\dots\dots t_j$$

$$k_1, k_2 \dots\dots\dots\dots k_n \quad (16)$$

Причем j=n и j=k.

Пересечения множества внезапных отказов и множества времени их устранения дает оптимальную очередность ремонта карьерных автосамосвалов.

В диссертационной работе Э.Ж. Кызылбаевой приведена зависимость:

$$t_2 = t_1 - t_4 \frac{U_0}{U_X}, \quad (17)$$

где t_1 — время отказа;

t_2 — оптимальное время складирования узла или агрегата;

t_4 — время выхода автомобиля в рабочее состояние после ремонта;

U_x— ущерб от хранения;

U_0 – ущерб от ожидания выхода на линию.

Это зависимость должна быть скорректирована с учетом первоочередного приобретения запасных частей агрегатов и деталей, с вероятности и срока их установки при ремонте.

$$\begin{cases} \Pi_P = v_n t_i \\ t_i \to min \end{cases}, \quad (18)$$

где Π_P — производительность ремонта;

v_n — вероятность выхода агрегатов и узлов, деталей из строя;

t_i – время в ремонте.

Зависимости (17) величина $\frac{U_O}{U_X}$ должна стремиться к единице. Тогда получим систему уравнения определяющих количество машин резерва, общую производительность машин резерва, первоочередность ремонта в зависимости от вероятности отказа и от производственной мощности предприятия, а также оптимальное времени складирования запасных частей.

$$\begin{cases} i \leq \nu \frac{U_ч}{C_ч} \frac{t_п}{t_P}; \\ A \cap B \rightarrow \max D; \\ \Pi_\Sigma = i\, \Pi_{ср}; \\ t_2 = t_1 - t_4 \ \frac{U_o}{U_X}. \end{cases} \quad (19)$$

Граничными условиями является:

$$\begin{cases} \Pi_P = \nu_п t_i \\ \nu_п \rightarrow max \\ t_i \rightarrow min \end{cases} \quad (20)$$

А также,

$$lim \frac{U_O}{U_X} \rightarrow 1 \quad (21)$$

Полученные зависимости позволяют расчитать организацию нового подхода работы сервисной организации с применением резерва $i \leq \nu \frac{U_ч}{C_ч} \frac{t_п}{t_P}$, порядком началом ремонта $A \cap B \rightarrow \max D;$ и производственной мощности $\Pi_\Sigma = i\, \Pi_{ср};$ время начало складирования с учетом того что предел ущерба должен стримится к 1.

Выводы.

Полученные зависимости описывает систему уравнения, которая позволяет разработать мероприятия по повышению показателей надежности большегрузного карьерного автосамосвала. Внедрение этих мероприятий позволит оценить показатели надежности и затраты на поддержание в работоспособном состоянии, определить оптимальную стратегию технического обслуживания и ремонта карьерных автосамосвалов.

Список литературы

1. Кабикенов С.Ж., Интыков Т.С., Кызылбаева Э.Ж., Жаркенов Н.Б. Методика сбора и обработки информации по эксплуатационной надежности деталей и узлов карьерных автосамосвалов. Горный журнал. — Москва: Изд-во «Руда и металлы», 2015. — № 9. — С.69-70.

2. S.Zh.Kabikenov, N.B.Zharkenov, S.Y.Kutienko, K.T.Esbosynov, A.Sungatollakyzy, J.Vlnka. Technique of bit-by-bit reliability calculation of dump trucks electrotransmission. Journal of Industrial Pollution Control, India: 2017, 33(1), PP. 1184-1187.

3. Кабикенов С.Ж., Жаркенов Н.Б., Ошакбаев Д.З. Разработка методики и программного обеспечения планирования производственной программы по ТО и ремонту карьерных автосамосвалов АО «Шубарколь Комир». М.Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясының хабаршысы, Алматы: М.Тынышпаев атындағы ҚазККА, 2017, № 4 (103), Б. 109-115.

4. А.Е. Тойлыбаев, Н.Б. Жаркенов, Е.А. Кеңес. Карьерлік автоөзі-аударғыштардың техникалық қызмет көрсету кезеңділігін анықтау тәсілдерінің морфологиялық кестесін әзірлеу. М.Тынышпаев

атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясының хабаршысы, Алматы: М.Тынышпаев атындағы ҚазККА, 2018, № 3 (106), С. 84-90.